

# Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica em dietas para leitões desmamados sobre a morfologia intestinal e atividade das enzimas digestivas intestinais

W. Castillo<sup>1</sup>, R. N. Kronka, J. M. Pizauro Jr., M. C. Thomaz, L. E. Carvalho<sup>2</sup>.

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (UNESP) - SP, Brasil.

---

## Effect of the substitution of soybean meal by dehydrated yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a protein source in diets for weanling piglets on the intestinal digestive enzymes

**ABSTRACT:** The effect of substitution of soybean meal by spray-dry dehydrated yeast (SDDY) on the morphology of the small intestine mucosa and activity of several intestinal digestive enzymes was evaluated. Sixty 21-day old weaned piglets were distributed according to a randomized blocks design with a 5 x 4 factorial arrangement (5 dietary substitution levels: 0, 25, 50, 75, and 100% x 4 time periods: 0, 4, 8, and 12 d after weaning). Increasing SDDY substitution level caused a reduction of the intestinal villi size in the first one-quarter segment of the small intestine, and a linear increase in the activity of sucrase and maltase, whereas activity of dipeptidases showed a quadratic response.

**Key Words:** Crypts, intestinal enzymes, early weaned pigs, *Saccharomyces cerevisiae*, villi.

---

© 2004 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2004. 12(1): 21-27

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito produzido pela substituição do farelo de soja (FS) pela levedura desidratada em «spray dry» (LDS) como fonte protéica sobre a estrutura do intestino delgado, e na atividade das enzimas digestivas intestinais. Foram utilizados 60 leitões desmamados aos 21 dias de idade, alojados individualmente e distribuídos num delineamento de blocos ao acaso com arranjo fatorial 5x4 (5 níveis de substituição: 0, 25, 50, 75 e 100% x 4 épocas de abate: 0, 4, 8 e 12 dias após o desmame). A LDS no alimento causou diminuição na altura das vilosidades no primeiro quarto do intestino delgado e promoveu aumento na atividade da sacarase e maltase linearmente, entanto que, as dipeptidases mostraram resposta quadrática.

**Palavras Chave:** Criptas, Enzimas intestinais, Leitões, *Saccharomyces cerevisiae*, Vilosidades.

## Introdução

As proteínas antigênicas contidas na soja (glicinina e b-conglicinina), podem ser as responsáveis por respostas transitórias de hipersensibilização observadas em leitões, ocasionando atrofia das vilosidades, aumento da mitose das células da cripta, diarreia (Dunsford *et al.*, 1989) e redução na atividade digestiva das enzimas (Kelly *et al.*, 1991b), o que afeta o desenvolvimento dos

leitões desmamados. Quando tem-se realizado um insuficiente processamento no farelo de soja (FS), para eliminar os fatores antinutricionais pode-se encontrar proteínas antigênicas no óleo de leitões que recebem FS no alimento (Li *et al.*, 1991), demonstrando também, que estes fatores resistem à hidrólise pelas enzimas proteolíticas, as mesmas que podem ter a sua atividade comprometida em função da presença de inibidores de proteases e lectinas contidos na soja ou FS quando mal processados (Armour *et al.*, 1998).

---

Recibido Septiembre 2, 2002. Aceptado Agosto 10, 2003

<sup>1</sup>Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo -FAPESP. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. E-mail: wilicaso@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, Brasil

Em função destes fatores antinutricionais presentes no FS e os efeitos sobre a mucosa intestinal e atividade das enzimas digestivas, estuda-se a levedura, subproduto da obtenção do álcool a partir da cana de açúcar e desidratada por «spray dry» (LDS), com conteúdo de proteína bruta (PB) de 40%, como alternativa que poderia substituir ao FS na alimentação de suínos e sem causar alterações digestivas em leitões recém desmamados. Para verificar isto, foi necessário avaliar os efeitos de substituição da proteína do FS pela proteína da LDS sobre a morfologia do intestino delgado e a atividade das enzimas digestivas intestinais (sacarase, maltase e dipeptidases).

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de suinocultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal - SP, Brasil. Foram utilizados 60 leitões híbridos comerciais, desmamados aos 21 dias de idade, com peso médio de  $5.90 \pm 0.75$  kg. Após o desmame foram abatidos 15 leitões, sendo os outros alojados em baias individuais onde receberam as mesmas condições de manejo, dieta e água a vontade até o abate com 4, 8 e 12 dias pós-desmame, sendo que em cada época foram abatidos 15 animais (Castillo *et al.*, 2004).

Os tratamentos foram o resultado da combinação dos fatores: Níveis de substituição da PB do FS pela PB da LDS na dieta (0, 25, 50, 75 e 100%) e, épocas de abate dos leitões (0, 4, 8 e 12 dias após o desmame).

As dietas foram isoprotéicas e isocalóricas e formuladas para conter 18% de PB e 3265 kcal de EM/kg, atendendo as exigências nutricionais de aminoácidos, minerais e vitaminas dos leitões na fase inicial, seguindo as normas do NRC (1988).

Foram avaliados em cada período de abate, a atividade das enzimas digestivas sacarase, maltase e dipeptidases (expresso em unidades de atividade enzimática - UA), a estrutura da mucosa intestinal, em termos de altura das vilosidades (AV), profundidade das criptas (PC) e relação vilosidade:cripta (AV:PC).

Os animais foram deixados em jejum de 15 a 16 h, depois do abate, no intestino delgado (ID) foram localizadas as porções 25 e 50% do comprimento total e coletadas amostras de 20 cm, congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas a  $-70^{\circ}\text{C}$ . Também foram coletadas amostras de 1 cm nas porções 25 e 50% do comprimento e conservadas para análise histológica.

As atividades da sacarase, maltase e dipeptidase foram avaliadas na mucosa de cada porção coletada do ID. Sacarase e maltase foram determinadas através

da dosagem da glicose liberada na hidrólise dos substratos sacarose e maltose respectivamente, pelas enzimas presentes no extrato de mucosa, seguindo a metodologia padronizada a partir de Dahlqvist (1964) e Kidder e Manners (1980). A atividade da dipeptidase foi determinada usando como substrato o dipeptídeo L-leucilglicina (Leu-Gli) segundo Nicholson e Kim (1975).

Para a análise histológica, foram confeccionadas lâminas contendo cortes longitudinais, semi-seriados de 5  $\mu\text{m}$  de espessura e corados segundo a técnica da hematoxilina de Harris-eosina. As medições foram feitas através de microscopia de luz, com aumento de 230 vezes, usando um sistema analisador de imagem da Kontron Elektronik (Video Plan).

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial  $5 \times 4$  (5 dietas  $\times$  4 épocas de abate), com 3 blocos, sendo o peso dos animais ao desmame o fator de bloqueio e tendo um animal como parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância, aqueles que não mostraram interação significativa foram analisados como fatores principais, através da análise de variância da regressão, utilizando o programa ESTAT (Sistema de Análise Estatística - UNESP/FCAVJ). No caso das interações, foram desdobradas e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey (Steel e Torrie, 1985).

## Resultados e Discussão

### Estrutura da mucosa intestinal

O efeito da inclusão da levedura na dieta e dos períodos após a desmama sobre a estrutura da mucosa intestinal é mostrada na Tabela 1. Foi encontrado interação significativa entre os níveis de levedura e os períodos para altura das vilosidades na porção 25% do ID, ver Tabela 2.

Desdobrando a interação para AV na porção 25% do ID (Tabela 2) verificou-se que os animais que receberam níveis de 0, 50 e 100% da substituição da proteína do FS pela proteína da LDS mostraram menor ( $P < 0.05$ ) AV aos 4 dias após o desmame quando comparado com aqueles dos 12 dias. Dentro dos períodos, os níveis de levedura não mostraram influência sobre a AV nos animais avaliados aos 4 e 8 dias após o desmame. Aos 12 dias, os animais que não receberam levedura mostraram maiores AV ( $P < 0.05$ ) que aqueles que receberam 75% de levedura.

Embora a literatura mostre grande variabilidade na medição da AV e PC, os resultados foram semelhantes aos obtidos por Makkink *et al.* (1994), Nuñez *et al.* (1996) e Lopes (1999).

A redução na AV e aumento na PC dos leitões tem sido amplamente relacionado com o desmame

Tabela 1. Altura das vilosidades (AV), profundidade das criptas (PC) e relação AV:PC da mucosa do intestino delgado de leitões avaliado nos segmentos (SI) 25 e 50% do comprimento total, segundo o nível de substituição e o período após desmame.

	Altura de vilosidade (μm)		Profundidade de cripta (μm)		Relação AV:PC	
	SI	25 <sup>1</sup>	50	25	50	25

Levedura (%) <sup>2, n</sup>						
0	251.65	244.64	156.13	154.86	1.64	1.62
25	268.11	252.92	151.16	142.01	1.83	1.85
50	242.30	246.97	137.11	138.63	1.82	1.82
75	248.69	249.11	143.92	148.75	1.75	1.68
100	247.58	233.08	147.64	145.26	1.68	1.61
Reg. <sup>3</sup>		NS	NS	NS	NS	NS
Períodos (dias após o desmame) <sup>n</sup>						
0	391.04	371.03	153.21	132.28	2.61	2.95
4	227.98	209.20	153.24	145.84	1.51	1.44
8	259.03	260.95	153.70	159.46	1.69	1.64
12	267.99	265.88	134.63	132.40	2.03	2.07
Reg. <sup>3</sup>		T *	NS	NS	Q **	Q **
SEM	18.46	23.19	10.06	10.87	0.19	0.21

<sup>1</sup> Houve interação significativa entre os fatores.<sup>2</sup> Níveis de substituição da proteína do FS pela proteína da LDS<sup>3</sup> Efeitos da inclusão da LDS pela análise de Regressão: <sup>Q</sup> Efeito Quadrático, <sup>T</sup> Efeito cúbico, <sup>NS</sup> Não significativo, \* = (P<0.05), \*\* = (P<0.01).<sup>n</sup> Cada dado representa a média de 12 e de 15 observações para levedura e períodos, respectivamente.

(Hampson, 1986; Dunsford *et al.*, 1989; Pluske *et al.*, 1997). Alguns autores têm atribuído ao baixo consumo de alimento e à hipersensibilidade causada pela soja como as possíveis causas da diminuição da AV (Li *et al.*, 1991; Kelly *et al.*, 1991b; McCracken *et al.*, 1995; Thomaz, 1996). Outros estabeleceram uma estreita relação entre consumo de matéria seca e altura das vilosidades de leitões alimentados com leite de vaca e substitutos do leite (Nuñez *et al.*, 1996; Pluske *et al.*, 1996b; Zijlstra *et al.*, 1996). No entanto,

a quantidade de energia consumida, independente do tipo de alimento parece ser a responsável pelas mudanças na estrutura intestinal (Pluske *et al.*, 1996c).

O efeito da hipersensibilidade causado pelo farelo de soja poderia ser controlado pela substituição total do farelo de soja pela LDS. Todavia, neste mesmo experimento, quando foi medido o consumo diário de ração (CDR) e peso de órgãos, os animais que apresentaram maior CDR (com 41.18% de substituição da PB do FS pela PB da LDS) não

Tabela 2. Desdobramento dos tratamentos para altura das vilosidades (μm) da mucosa no segmento de 25% do intestino dos leitões, segundo o período após desmame<sup>1</sup>.

Períodos (dias)	Levedura (%) <sup>2</sup>				
	0	25	50	75	100
4	209.45 <sup>bA</sup>	241.99 <sup>aA</sup>	206.85 <sup>bA</sup>	270.53 <sup>aA</sup>	211.08 <sup>bA</sup>
8	254.55 <sup>abA</sup>	283.51 <sup>aA</sup>	242.37 <sup>abA</sup>	263.53 <sup>aA</sup>	251.18 <sup>abA</sup>
12	290.96 <sup>aA</sup>	278.83 <sup>aAB</sup>	277.67 <sup>aAB</sup>	212.01 <sup>aB</sup>	280.48 <sup>aAB</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letra minúscula (maiúscula) diferente em cada coluna (linha) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0.05).<sup>2</sup> Níveis de substituição da proteína do FS pela proteína da LDS.

mostraram maior AV, embora tenham apresentado o intestino delgado mais pesado, o que está de acordo com Zijlstra *et al.* (1996). Os resultados estão de acordo também, com os obtidos por Pita (1997) que não encontrou variação na AV, PC e relação AV:PC de leitões que receberam LDSO até 15% na dieta por 23 dias após o desmame.

Os resultados podem estar relacionados com o consumo de alimento. Nos 8 primeiros dias o CDR foi baixo para provocar uma resposta significativa na AV. No desdobramento da interação da AV na porção 25%, aos 12 dias foi notado uma variação entre tratamentos (Tabela 2). A grande variabilidade no CDR e a complexidade na morfologia intestinal para determinar a AV podem afetar o efeito dos tratamentos.

Os níveis de levedura não influenciaram a PC e a relação AV:PC, porém, entre períodos mesmo não tendo ocorrido variação na PC, as menores relações AV:PC obtidas aos 4 e 8 dias após o desmame e comparado com as obtidas no dia do desmame e aos 12 dias após, foram indicativos de alterações tanto a nível de AV como de PC causados pelo desmame. Estes resultados sugerem que ocorreu um aumento na perda de células ocasionando vilosidades mais curtas, e incrementando a proliferação celular com aumento na PC (Hampson, 1986) ou um decréscimo na taxa de renovação celular, como resultado de uma reduzida divisão celular nas criptas, reduzindo a relação AV:PC (Pluske *et al.*, 1997).

A presença de bactérias entero-patogênicas e sua interação com o intestino, a má adaptação dos leitões aos agentes estressores do desmame, a supressão total do leite da mãe, a mudança da dieta após o desmame e as citocinas como reguladoras do crescimento intestinal foram relatados por Pluske *et al.* (1997) como os fatores que contribuem nas mudanças da estrutura intestinal por ocasião do desmame.

#### Atividade das Enzimas Intestinais

O conteúdo de proteína da mucosa intestinal não foi afetado pelos níveis de levedura na dieta ou pelos dias após o desmame (Tabela 3). Segundo a tabela, na porção 25% a atividade da sacarase foi linear tanto para os níveis de levedura e quadrática para os períodos. Na porção 50% houve interação (resultados desdobrados na Tabela 4).

A atividade da maltase, aumentou linearmente com os níveis de levedura, em ambos segmentos avaliados. Entre períodos, a atividade da maltase não foi afetada pelos dias após o desmame (Tabela 3).

A atividade da dipeptidase (substrato L-leucilglicina), determinada na porção de 25% do ID, não mostrou efeito significativo. Todavia, a atividade determinada na porção 50% do ID mostrou efeito

quadrático em função dos níveis de levedura. A avaliação entre períodos mostrou efeito quadrático apenas para a atividade determinada na porção 25%.

Na interação entre níveis de levedura e períodos avaliados para a atividade da sacarase determinada na porção 50% (Tabela 4) observou-se que nos níveis 0 e 25% de substituição da PB do FS pela PB da LDSO a atividade não mostrou variação significativa ( $P>0.05$ ) entre os períodos. Nos níveis 50 e 75% de substituição a atividade mostrou-se menor aos 4 dias após o desmame quando comparado com a obtida aos 8 e 12 dias. Dentro dos períodos, aos 4 e 8 dias, os níveis de inclusão da levedura não influenciaram a atividade da sacarase, porém, aos 12 dias os níveis de 75 e 100% de substituição apresentaram maior atividade da sacarase em relação ao nível de 0% de levedura.

O conteúdo de proteína da mucosa dos leitões abatidos ao desmame ou nos períodos posteriores (Tabela 3), apresentaram valores próximos aos determinados por Kelly *et al.* (1991a,b) e por Pluske *et al.* (1996a,b) em leitões desmamados dos 14 aos 28 dias e avaliados 5 a 7 dias depois, recebendo dieta sólida ou leite fresco de vaca. Entre períodos, mesmo quando não foi encontrada variação significativa, o conteúdo de proteína aos 8 dias após o desmame foi 16 a 17% menor que o obtido ao desmame. Kelly *et al.* (1991a) também encontraram maior conteúdo de proteína na mucosa de leitões desmamados aos 14 dias em relação àqueles avaliados 3, 5 e 7 dias após, períodos em que receberam suplementação contínua de dieta sólida. Este menor conteúdo protéico na mucosa estaria em função da quantidade de energia que os leitões ingeriram após o desmame, independente do tipo de dieta (Pluske *et al.*, 1996c).

Os valores de atividade da sacarase determinados neste experimento e expressos em UA/g de proteína, foram semelhantes aos descritos por Kelly *et al.* (1991a,b) e Pluske *et al.* (1996b,c) e superiores aos obtidos por Collington *et al.* (1990) quando calculados e expressos em UA/g de mucosa. Os valores de atividade da maltase foram superiores aos obtidos por Kelly *et al.* (1991a,b) e inferiores aos obtidos por Nuñez *et al.* (1996) quando expresso em UA/g de proteína. A atividade da dipeptidase, quando expressa em UA/g de mucosa, foi aproximadamente 50% inferior que a atividade determinada por Collington *et al.* (1990). Estas variações nos resultados podem ter sido influenciados por fatores como metodologia, formas de expressão da atividade enzimática, idade dos animais ao desmame, alimento consumido pelos leitões antes do desmame, a condição corporal e o estado de saúde do animal, podem ter influenciado os resultados (Pluske *et al.*, 1997).

Tabela 3. Atividade enzimática da sacarase, maltase e dipeptidase, avaliadas na mucosa do intestino delgado de leitões, nos segmentos (SI) 25 e 50% do comprimento total, segundo o nível de substituição e o período após desmame.

	Proteína (mg/g mucosa)		Atividade Enzimatica (UA/g de proteína) <sup>w</sup>						
	SI			Sacarase		Maltase		Dipeptidase	
		25	50	25	50 <sup>3</sup>	25	50	25	50
Levedura (%) <sup>1</sup>									
0		101.67	90.88	41.81	46.08	123.73	127.10	282.85	309.52
25		95.79	91.03	66.34	76.80	174.51	189.19	308.89	360.42
50		94.89	94.83	65.09	88.37	158.83	191.29	298.43	344.68
75		96.52	93.84	70.38	121.63	179.81	244.75	298.63	381.99
100		92.91	85.20	73.98	94.99	174.15	217.76	308.61	323.46
Reg. <sup>2</sup>		NS	NS	L *		L *	L **	NS	Q *
Períodos (dias após o desmame)									
0		100.20	104.65	127.52	97.90	201.98	164.81	432.35	403.62
4		113.29	100.15	48.92	54.98	114.88	137.21	269.63	299.03
8		84.75	86.62	72.22	94.32	180.78	218.11	314.44	358.64
12		91.03	86.69	69.43	107.42	190.96	226.73	314.38	374.37
Reg. <sup>2</sup>		NS	NS	Q *		NS	NS	Q *	NS
SEM		8.41	8.42	16.76	17.87	25.69	30.51	34.49	35.13

<sup>w</sup> Unidades de atividade enzimática (UA): Sacarase /o Maltase (1 µmol de sacarose /o maltose hidrolisado/min). Dipeptidase (1 µmol de leucilglicina hidrolisado/min)

<sup>1</sup> Níveis de substituição da proteína do FS pela proteína da LDS

<sup>2</sup> Efeitos da inclusão da LDS pela análise de Regressão: <sup>L</sup> Efeito Linear, <sup>Q</sup> Efeito Quadrático, <sup>NS</sup> Não significativo, \* = (P<0.05), \*\* = (P<0.01).

<sup>3</sup> Houve interação significativa entre os fatores.

As pesquisas realizadas tem procurado associar a redução na altura das vilosidades e incremento na profundidade das criptas após o desmame com a redução na atividade específica das enzimas presentes na «borda em escova» dos enterócitos, nos dias seguintes ao desmame, acreditando-se que um aumento na taxa de proliferação celular nas criptas e

na migração dos enterócitos às vilosidades aumentaria o número de enterócitos imaturos com pouca atividade digestiva e absorviva (Smith, 1984; Hampson, 1986; Hampson e Kidder, 1986; Pluske *et al.*, 1996b). No entanto, a grande variabilidade nos experimentos nem sempre têm resultado em diferenças significativas nas atividades das enzimas.

Tabela 4. Desdobramento dos tratamentos para a atividade da sacarase (UA/g proteína)<sup>w</sup> no segmento de 50% do intestino de leitões abatidos após o desmame, segundo o período após desmame<sup>1</sup>.

Períodos (dias)	Levedura (%) <sup>2</sup>				
	0	25	50	75	100
4	35.94 <sup>aA</sup>	74.24 <sup>aA</sup>	55.23 <sup>bA</sup>	60.16 <sup>bA</sup>	49.31 <sup>bA</sup>
8	60.46 <sup>aA</sup>	75.75 <sup>aA</sup>	126.31 <sup>aA</sup>	125.90 <sup>aA</sup>	83.20 <sup>bA</sup>
12	41.84 <sup>aC</sup>	80.40 <sup>aBC</sup>	83.57 <sup>abBC</sup>	178.82 <sup>aA</sup>	152.46 <sup>aA</sup>

<sup>w</sup> Unidades de atividade enzimática (UA) da Sacarase (1 µmol de sacarose hidrolisado/min).

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula (maiuscula) em cada coluna (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05)

<sup>2</sup> Níveis de substituição da proteína do FS pela proteína da LDS



Na distribuição das enzimas, quando avaliadas em diferentes segmentos do comprimento do intestino delgado, tem-se encontrado maior atividade e uniformidade nas porções de 15 até 60% do comprimento para sacarase e maltase (Manners e Stevens, 1972; Kidder e Manners, 1980; Kelly *et al.*, 1991a) e para dipeptidases (Collington, 1990) em leitões com 3 a 4 semanas de idade.

As determinações nas porções 25 e 50% do comprimento, mostraram diferenças estatísticas, quando os animais foram submetidos ao efeito da substituição da PB do FS pela PB da LDSD e quando avaliados em diferentes períodos após o desmame.

Para a sacarase, enquanto a atividade avaliada na porção 25% do ID aumentou linearmente com o aumento da levedura na dieta; na porção 50% a interação entre níveis de levedura e períodos revelou que esse aumento só foi significativo quando avaliado aos 12 dias após o desmame e com níveis de 75 e 100% de substituição. Embora não tenha sido encontrada uma relação estreita com a AV, pois a interação na AV ocorreu na porção 25% do ID, foi constatado também que as avaliações feitas aos 12 dias de idade mostraram variação na AV em função dos níveis de levedura. Estes fatos sugerem que provavelmente o maior tempo após o desmame associado com o maior consumo de dieta nesse período seriam os responsáveis pelas mudanças na morfologia e fisiologia intestinal dos leitões.

Kelly *et al.* (1991b) observaram maior atividade da sacarase e maltase quando expressas em moles/dia em animais que consumiram maior quantidade de dieta após o desmame. Pluske *et al.* (1996c) encontraram maior atividade da sacarase (em UA/g de proteína) em leitões que receberam dieta de início farelada quando comparados àqueles alimentados com leite fresco de vaca, recebendo em ambos os casos igual quantidade de energia. Concluindo em ambos os casos que, os componentes da dieta induziram à resposta das enzimas.

Para a maltase, o crescimento linear ou quadrático da atividade respectivamente em ambas as porções avaliadas em função dos níveis crescentes de levedura pode indicar a adaptação e resposta desta enzima ao substrato. A resposta encontrada entre períodos avaliados discordaram dos resultados obtidos por Kelly *et al.* (1991a) que encontraram aumento da atividade da maltase 3 dias após os leitões serem desmamados com 14 dias de idade; porém, leitões desmamados aos 21 dias de idade mostraram maior atividade da maltase em relação àqueles desmamados aos 14 dias. Neste experimento os leitões foram desmamados aos 21 dias e o consumo de dieta antes do desmame pode ter elevado a atividade da maltase, provocando diminuição,

embora não significativa, nos dias seguintes ao desmame.

Quanto a dipeptidase, os resultados estão de acordo com Collington *et al.* (1990) que encontraram maior atividade na porção 50% do ID em relação às porções anteriores. A maior atividade da dipeptidase foi obtida com 54% de substituição da PB do FS pela PB da LDSD (Castillo *et al.*, 2004), o que pode ser em resposta ao CDR em função dos níveis de levedura na dieta. Estas suposições são reforçadas com as menores atividades obtidas aos 4 dias após o desmame, ocasião em que os leitões tiveram menor CDR. Estes resultados concordaram com aqueles reportados por Collington *et al.* (1990) que encontraram maiores atividades da dipeptidase em leitões antes do desmame.

## Conclusões

A inclusão da LDSD no alimento, com exceção do nível de 75% de substituição e aos 12 dias após o desmame que causou diminuição na altura das vilosidades no primeiro quarto do intestino delgado, não teve influência sobre a altura das vilosidades, profundidade das criptas e na relação vilosidades:criptas.

A substituição de levedura de cana pelo farelo de soja como fonte protéica no alimento, promoveu aumento na atividade da sacarase e maltase linearmente, entanto que, as dipeptidases mostraram resposta quadrática com máxima atividade no nível de 54% de substituição.

## Literatura Citada

- Armour, C. A., R. L. Chanaka Perera and W. C. Buchan. 1998. Protease inhibitors and lectins in soya beans and effects of aqueous heat-treatment. *J. Sci. Food Agric.* 78:225.
- Castillo, W., R. N. Kronka, J. M. Pizauro Jr., M. C. Thomaz, e L. E. Carvalho. 2004. Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) desidratada como fonte protéica em dietas para leitões desmamados sobre peso de órgãos digestivos e atividade das enzimas pancreáticas. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 12: XXX-XXX
- Collington, G. K., D. S. Parker and D. G. Armstrong. 1990. The influence of inclusion of either an antibiotic or a probiotic in the diet on the development of digestive enzyme activity in the pig. *Br. J. Nutr.* 64:59.
- Dahlqvist, A. 1964. Method for assay of intestinal disaccharidases. *Anal. Biochem.* 7:18.
- Dunsford, B. R., D.A. Knabe and W. E. Haensly. 1989. Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.* 67:1855.
- Hampson, D. J. 1986. Alterations in piglet small intestinal structure at weaning. *Res. Vet. Sci.* 40:32.
- Hampson, D. J. and D. E. Kidder. 1986. Influence of creep feeding and weaning on brush border enzyme activities in piglet small intestine. *Res. Vet. Sci.* 40:24.

- Kelly, D., J. A. Smyth and K. J. McCracken. 1991a. Digestive development of the early-weaned pig. 1. Effect of continuous nutrient supply on the development of the digestive tract and on changes in digestive enzyme activity during the first week post-weaning. *Br. J. Nutr.* 65:169.
- Kelly, D., J. A. Smyth and K. J. McCracken. 1991b. Digestive development of the early-weaned pig. 2. Effect of level of food intake on digestive enzyme activity during the immediate post-weaning period. *Br. J. Nutr.* 65:181.
- Kidder, D. E. and M. J. Manners. 1980. The level and distribution of carbohydrases in the small intestine mucosa of pig from 3 weeks of age to maturity. *Br. J. Nutr.* 43:141.
- Li, D., J. Nelssen, P. Reddy, F. Blecha, R. Klemm, D. Gresting, J. Hancock, G. Allee and R. Goodband. 1991. Measuring suitability of soybean products for early-weaned pigs with immunological criteria. *J. Anim. Sci.* 69:3299.
- Lopes, E. L. 1999. Fontes e Níveis de Proteína e de Lactose e Níveis de Lisina para Leitões Desmamados com Diferentes Pesos aos 21 Dias de Idade. Tese Doutorado em Produção Animal. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- Makkink, C. A., G. P. Negulescu, Q. Guixin and M. W. Verstegen. 1994. Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme activities and jejunal morphology in newly-weaned piglets. *Br. J. Nutr.* 72:353.
- Manners, M. J. and J. A. Stevens. 1972. Changes from birth to maturity in the pattern of distribution of lactase and sucrase activity in the mucosa of the small intestine of pigs. *Br. J. Nutr.* 28:113.
- McCracken, D., H. Gaskings, P. Ruwe-Kaiser, K. Klasing and D. Jewell. 1995. Diet-dependent and diet-independent metabolic responses underline growth stasis of pigs at weaning. *J. Nutr.* 125:2838.
- NRC. 1988. Nutrient Requirements of Swine (9th ed.). National Academy Press, Washington.
- Nicholson, J. A. and Y. S. Kim. 1975. A one-step L-amino acid oxidase assay for intestinal peptide hydrolase activity. *Anal. Biochem.* 63:110.
- Núñez, M., J. Bueno, M. Ayudarte, A. Almendros, A. Rios, M.O. Suárez and A. Gil. 1996. Dietary restriction induces biochemical and morphometric changes in the small intestine of nursing piglets. *J. Nutr.* 126:933.
- Pita, F. V. da C. 1997. Viabilidade do Uso da Levedura Desidratada para Leitões. Trabalho para graduação em Zootecnia. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- Pluske, J., M. Thompson, C. Atwood, P. Bird, I. Williams and P. Hartmann. 1996a. Maintenance of villus height and crypt depth, and enhancement of disaccharide digestion and monosaccharide absorption, in piglets fed on cows' whole milk after weaning. *Br. J. Nutr.* 76:409.
- Pluske, J., I. Williams and F. Aherne. 1996b. Maintenance of villus height and crypt depth in piglets by providing continuous nutrition after weaning. *Anim. Sci.* 62:131.
- Pluske, J., I. Williams and F. Aherne. 1996c. Villus height and crypt depth in piglets in response to increases in the intake of cows' milk after weaning. *Anim. Sci.* 62:145.
- Pluske, J., D. Hampson and I. Williams. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livest. Prod. Sci.* 51:215.
- Smith, M. W. 1984. Effect of post-natal development and weaning upon the capacity of pig intestinal villi to transport alanine. *J. Agric. Sci.* 102:625.
- Steel, R., y J. Torrie. 1985. Bioestadística: Princípios y Procedimientos. (2da ed.). Mc-Graw Hill, Bogotá.
- Thomaz, M. C. 1996. Digestibilidade da Soja Semi-Integral Extrusada e Seus Efeitos Sobre o Desempenho e Morfologia Intestinal de Leitões na Fase Inicial. Tese Doutorado em Nutrição e Produção Animal. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.
- Zijlstra, R., K. Whang, R. Easter and J. Odle. 1996. Effect of feeding a milk replacer to early-weaned pigs on growth, body composition, and small intestinal morphology, compared with suckled littermates. *J. Anim. Sci.* 74:2948.